



高职高专“十一五”规划教材

应用化学基础

YINGYONG HUAXUE JICHU

马金才 包志华 葛 亮 主编

杨清香 主审



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

应用化学基础

马金才 包志华 葛亮 主编
杨清香 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是为适应三年制高职高专教育教学发展的需要,按照“必需、够用”的原则,将无机化学、物理化学、有机化学、分析化学整合而成的一本教材。

全书共分十六章,分别介绍了物质结构及元素周期律、物质的变化、常见金属元素及其化合物、常见非金属元素及其化合物、化学反应速率和化学平衡、电解质溶液和离子平衡、有机化合物与烃、烃的衍生物、化学与食品营养、定性分析概论、定量分析概论、酸碱滴定法与配位滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、重量分析法、常用化学分离法。

本书可作为食品专业及轻化工类专业学生的教材,也可供相关专业选用和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

应用化学基础/马金才,包志华,葛亮主编. —北京:
化学工业出版社, 2007. 8
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-00958-6

I. 应… II. ①马…②包…③葛… III. 应用化学-高等
学校: 技术学院-教材 IV. 069

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 118531 号

责任编辑: 陈有华
责任校对: 郑捷

文字编辑: 李姿娇
装帧设计: 潘峰

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 18½ 彩插 1 字数 450 千字 2007 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本教材是以高等职业教育轻化工类、食品类专业的培养目标为依据编写的。应用化学是轻化工专业及食品专业的基础课程，其任务是使学生全面掌握化学的基础理论知识。为此，我们从教学和生产实际出发编写了这本《应用化学基础》教材。

本书在编写中贯彻理论知识适度、后续课程够用的原则，淡化理论，强调应用。注重培养学生的知识应用能力和创新思维能力。为拓宽学生的知识面，部分章节后配有相关的阅读材料。

本书包括无机化学、有机化学、物理化学、分析化学中应知应会的内容。书中由浅入深、循序渐进地介绍了无机物和有机物的组成、理化性质及其定性和定量分析方法以及化学动力学的部分内容。通过学习使学生能够理解化学反应的一般规律，掌握常见物质的理化性质、分析方法等，为下一步的专业学习奠定基础。

本书由马金才、包志华、葛亮担任主编。编写分工为：马金才编写第一章、第二章、第三章；于艳琴编写第四章；葛亮编写第五章、第八章；包志华编写第六章、第七章；姜淑荣编写第九章；谢俊彪编写第十章、第十一章；祁新萍编写第十二章、第十三章；李岩编写第十四章、第十五章。全书由马金才统稿，杨清香担任主审。

由于编者水平有限，时间仓促，不妥和疏漏之处在所难免，敬请广大同行及读者不吝赐教。

编者

2007年6月

目 录

绪论	1
第一章 物质结构及元素周期律	3
第一节 原子结构	3
一、原子的构成	3
二、同位素	4
三、原子核外电子的排布	4
第二节 元素周期律和元素周期表	6
一、元素周期律	6
二、元素周期表	7
第三节 化学键	10
一、离子键	10
二、共价键和分子极性	11
三、金属键	13
【阅读材料】放射性同位素的应用	13
思考题与习题	14
第二章 物质的变化	15
第一节 物质的聚集状态	15
一、气体	15
二、液体	19
三、固体	21
四、等离子体	22
第二节 化学反应中的质量关系和能量关系	22
一、质量守恒定律与化学方程式	22
二、反应热效应和焓变	23
三、热化学方程式	24
四、热化学定律	25
五、生成热（生成焓）	26
【阅读材料】物质的量的单位——摩尔	27
思考题与习题	27
第三章 常见金属元素及其化合物	28
第一节 钠及其化合物	28
一、钠的性质	28
二、钠的重要化合物	29
三、焰色反应	30
第二节 铝及其化合物	30

一、铝的性质和用途	30
二、铝的化合物	31
第三节 铁及其化合物	32
一、铁的性质	32
二、铁的化合物	32
三、铁离子的检验	33
第四节 硬水的软化	33
一、硬水和软水	33
二、硬水的危害	33
三、硬水的软化	34
【阅读材料】最软的金属——铯	34
思考题与习题	35
第四章 常见非金属元素及其化合物	36
第一节 氯及其化合物	36
一、氯气的性质和用途	36
二、氯离子的检验	37
三、氯气的实验室制法	38
四、氯化氢及盐酸	38
第二节 氧、臭氧、过氧化氢	38
一、氧和臭氧	38
二、过氧化氢	39
第三节 硫及其化合物	39
一、硫	39
二、硫化氢	40
三、二氧化硫	40
四、硫酸	41
第四节 氮及其化合物	41
一、氮	41
二、氨	42
三、硝酸	42
第五节 硅及其化合物	43
一、硅	43
二、硅的化合物	43
【阅读材料】海水中的化学资源	45
思考题与习题	45
第五章 化学反应速率和化学平衡	47
第一节 化学反应速率	47
第二节 影响反应速率的因素	48
一、浓度对反应速率的影响和经验速率方程	48
二、温度对反应速率的影响	48

三、催化剂对反应速率的影响	49
四、影响反应速率的其他因素	49
第三节 活化能	49
一、碰撞理论和活化能	49
二、过渡状态理论	50
第四节 化学平衡	51
一、可逆反应与化学平衡	51
二、平衡常数的概念	52
三、标准平衡常数	52
四、平衡常数的意义	53
五、平衡常数与平衡转化率	53
第五节 化学平衡的移动	54
一、浓度对化学平衡的影响	55
二、压力对化学平衡的影响	55
三、温度对化学平衡的影响	56
四、平衡移动原理——勒夏特列原理	56
五、催化剂与化学平衡	57
第六节 反应速率与化学平衡的综合应用	57
【阅读材料】生物催化剂	57
思考题与习题	58
第六章 电解质溶液和离子平衡	60
第一节 电解质溶液	60
一、电解质的概念	60
二、电解质的强弱	60
第二节 水的离解和溶液的 pH	61
一、水的离解平衡	61
二、溶液的酸碱性和 pH	62
三、溶液 pH 的测定方法	62
四、化学反应中的酸碱理论	63
第三节 酸碱平衡中有关浓度的计算	66
一、酸的浓度和酸度	66
二、强酸强碱溶液酸度的计算	67
三、弱电解质溶液酸度的计算	67
四、酸效应系数	71
第四节 缓冲溶液	73
一、缓冲作用的原理	73
二、缓冲溶液 pH 的计算	73
三、缓冲容量和缓冲范围	74
四、缓冲溶液的选择和配制	75
第五节 盐类的水解	76

一、盐的水解	77
二、影响水解平衡的因素	78
三、盐类水解平衡的移动及其应用	79
第六节 沉淀溶解平衡	79
一、沉淀溶解平衡和溶度积	79
二、溶解度与溶度积的相互换算	80
三、溶度积规则	81
第七节 氧化还原反应和电化学基础	81
一、氧化还原反应	81
二、原电池	82
三、电解	83
四、金属的腐蚀与防护	84
【阅读材料】微生物燃料电池	87
思考题与习题	87
第七章 有机化合物与烃	89
第一节 有机物的基本概念	89
一、有机物的组成	89
二、有机化合物的特性	89
三、有机化合物的结构	90
四、有机化合物的分类	91
第二节 甲烷与烷烃	92
一、甲烷	93
二、烷烃	97
第三节 乙烯与烯烃	100
一、乙烯	100
二、烯烃	104
三、二烯烃	106
四、共轭二烯烃的反应	107
第四节 乙炔与炔烃	109
一、乙炔	109
二、炔烃	111
第五节 苯与芳香烃	111
一、苯	111
二、芳香烃	113
【阅读材料】苯的发现和苯分子结构学说	113
思考题与习题	114
第八章 烃的衍生物	117
第一节 乙醇 苯酚 乙醚	117
一、乙醇	117
二、苯酚	119

三、乙醚·····	120
第二节 乙醛 丙酮·····	120
一、乙醛·····	120
二、丙酮·····	122
第三节 乙酸 乙酸乙酯·····	122
一、乙酸·····	122
二、乙酸乙酯·····	124
第四节 氯乙烷 卤代烃·····	124
一、氯乙烷·····	124
二、氯乙烯·····	125
三、氟里昂·····	125
第五节 高分子聚合物与合成材料·····	125
一、高聚物的基本概念·····	126
二、高聚物的特性·····	127
三、合成材料·····	127
【阅读材料一】为何不用纯乙醇消毒·····	129
【阅读材料二】干洗技术与化学·····	129
【阅读材料三】从天然橡胶到合成橡胶·····	130
思考题与习题·····	130
第九章 化学与食品营养 ·····	133
第一节 油脂·····	133
一、油脂的组成和结构·····	133
二、油脂的性质·····	133
三、油脂的营养生理功能·····	134
第二节 糖类·····	135
一、单糖·····	135
二、低聚糖·····	136
三、多糖·····	136
四、糖类的营养生理功能·····	137
第三节 蛋白质·····	137
一、蛋白质的组成·····	138
二、蛋白质的性质·····	138
三、蛋白质的营养生理功能·····	138
第四节 合理营养与平衡膳食·····	139
一、合理营养的概念和意义·····	139
二、平衡膳食的组成·····	139
【阅读材料】新型甜味剂——三氯蔗糖·····	140
思考题与习题·····	141
第十章 定性分析概论 ·····	142
第一节 定性分析的任务和分析方法·····	142

第二节 反应进行的条件·····	142
第三节 反应灵敏度和选择性·····	144
一、反应的灵敏度·····	144
二、反应的选择性·····	145
第四节 空白试验和对照试验·····	146
一、空白试验·····	146
二、对照试验·····	146
第五节 分别分析和系统分析·····	146
一、分别分析·····	146
二、系统分析·····	146
第六节 物质的初步分析·····	147
一、试样的外表观察和准备·····	147
二、初步试验·····	148
三、阳离子试液的制备及阳离子分析·····	149
四、阴离子分析·····	149
五、分析结果的判断·····	150
思考题与习题·····	150
第十一章 定量分析概论 ·····	152
第一节 滴定分析法概述·····	152
一、滴定分析法的特点·····	152
二、滴定分析法对化学反应的要求·····	152
三、滴定分析法的分类·····	153
四、滴定方式的分类·····	153
第二节 定量分析中的误差·····	154
一、误差表示法·····	154
二、误差的分类及产生原因·····	157
三、提高分析结果准确度的方法·····	158
第三节 标准溶液·····	159
一、标准溶液的配制·····	159
二、标准溶液的浓度·····	160
三、滴定分析的误差·····	162
第四节 滴定分析中的计算·····	163
一、计算原则·····	164
二、溶液各种浓度之间的换算·····	164
三、物质间反应所涉及的计算类型·····	166
第五节 分析数据的处理·····	168
一、有效数字及其运算规则·····	168
二、真实值的置信区间·····	170
三、可疑测定值的取舍·····	172
思考题与习题·····	173

第十二章 酸碱滴定法与配位滴定法	176
第一节 酸碱指示剂	176
一、酸碱指示剂的作用原理	176
二、指示剂的变色范围	177
三、影响酸碱指示剂变色的主要因素	178
四、混合指示剂	179
第二节 酸碱滴定曲线及指示剂的选择	180
一、强碱滴定强酸或强酸滴定强碱	180
二、强碱滴定一元弱酸	182
三、强酸滴定一元弱碱	184
四、多元酸和混合酸的滴定	185
五、多元碱的滴定	186
第三节 酸碱标准溶液的配制和标定	187
一、酸标准溶液的配制和标定	187
二、碱标准溶液的配制和标定	188
第四节 酸碱滴定法的应用及计算示例	189
一、直接滴定	189
二、返滴定	191
三、间接滴定	192
第五节 配位滴定法概述	193
一、常见的配位剂	193
二、EDTA 的性质	194
三、EDTA 与金属离子的配位特点	195
第六节 EDTA 金属配合物在水溶液中的离解平衡	196
一、配合物的稳定常数	196
二、影响配合物稳定性的主要因素	197
三、配合物的条件稳定常数	199
第七节 EDTA 配位滴定的基本原理	199
一、滴定曲线	199
二、影响 EDTA 滴定突跃的主要因素	201
三、金属离子定量滴定的条件	201
四、酸效应曲线和配位滴定的适宜酸度范围	202
五、EDTA 标准溶液的配制和标定	203
第八节 提高 EDTA 配位滴定选择性的方法	205
一、控制溶液的酸度	205
二、掩蔽和解蔽	206
三、化学分离法	208
四、选用其他配位剂滴定	208
第九节 配位滴定的方式和应用	209
一、直接滴定法	209

二、返滴定法·····	209
三、间接滴定法·····	209
四、置换滴定法·····	209
思考题与习题(一)·····	210
思考题与习题(二)·····	211
第十三章 氧化还原滴定法 ·····	213
第一节 氧化还原平衡·····	213
一、能斯特方程·····	213
二、条件电位·····	214
三、氧化还原反应的方向·····	215
第二节 氧化还原反应的速率及影响因素·····	217
一、反应物浓度·····	218
二、温度·····	218
三、催化剂与诱导反应·····	218
第三节 氧化还原滴定曲线及指示剂·····	219
一、氧化还原滴定曲线·····	219
二、氧化还原滴定的指示剂·····	221
第四节 氧化还原滴定前的预处理·····	223
第五节 高锰酸钾法·····	224
一、基本原理·····	224
二、滴定方式·····	224
三、高锰酸钾标准溶液的配制与标定·····	224
四、应用示例·····	225
第六节 重铬酸钾法·····	226
一、基本原理·····	226
二、应用示例·····	226
第七节 碘量法·····	227
一、基本原理·····	227
二、标准溶液的配制与标定·····	228
三、应用示例·····	229
第八节 其他氧化还原滴定法·····	230
一、铈量法·····	230
二、溴酸钾法·····	231
第九节 计算示例·····	232
思考题与习题·····	233
第十四章 沉淀滴定法 ·····	236
第一节 概述·····	236
一、沉淀滴定法及其分类·····	236
二、溶度积原理及应用·····	236
第二节 莫尔法·····	238

一、测定原理	238
二、滴定条件	239
三、 AgNO_3 标准溶液的配制与标定	240
四、应用示例——水中氯含量的测定	240
第三节 福尔哈德法	240
一、测定原理	240
二、滴定条件	241
三、 NH_4SCN 标准溶液的配制与标定	242
四、应用示例——烧碱中氯化钠含量的测定	242
第四节 法扬司法	243
一、测定原理	243
二、滴定条件	243
三、应用示例——溴化物或碘化物含量的测定	244
第五节 计算示例	244
思考题与习题	245
第十五章 重量分析法	247
第一节 概述	247
一、重量分析法的分类	247
二、重量分析法的特点	247
三、重量分析法对沉淀的要求	248
第二节 影响沉淀完全的因素	248
一、同离子效应	248
二、盐效应	249
三、酸效应	250
四、配位效应	250
五、其他影响因素	251
第三节 沉淀的形成及影响沉淀纯度的因素	251
一、沉淀的类型	251
二、沉淀的形成过程	252
三、影响沉淀纯度的因素	253
四、提高沉淀纯度的措施	254
第四节 沉淀的条件	255
一、晶型沉淀的沉淀条件	255
二、无定形沉淀的沉淀条件	256
三、均匀沉淀法	256
四、沉淀剂	257
第五节 重量分析计算	258
一、试样称取量的估算	258
二、沉淀剂用量的计算	258
三、分析结果的计算	259

第六节 应用示例	261
一、 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中结晶水含量的测定	261
二、氯化钡含量的测定	261
三、钾盐中钾含量的测定	262
四、镍含量的测定	262
思考题与习题	263
第十六章 常用化学分离法	265
第一节 沉淀分离法	265
一、无机沉淀剂分离法	265
二、有机沉淀剂分离法	268
三、共沉淀分离法	269
第二节 萃取分离法	270
一、基本原理	270
二、重要的萃取体系和萃取条件	272
三、萃取分离操作方法	273
第三节 离子交换分离法	274
一、离子交换树脂	274
二、离子交换的基本原理	275
三、离子交换法的操作技术	276
四、离子交换法应用示例	276
第四节 色谱分离法	277
一、纸色谱法	277
二、薄层色谱法	279
思考题与习题	280
参考文献	281
元素周期表	

绪 论

自然界中存在的事物和现象是形形色色、多种多样的。它们之间不管有多大的差别，但有一点是相同的，这就是它们归根结底都是客观存在的物质，如水、矿物、岩石、空气、食物和人们的身体，以及微观世界中的原子、电子等。物质都处在不断的运动和变化之中，例如岩石的风化、金属的生锈、塑料和橡胶制品的老化以及人的生老病死等。

化学是自然科学的一个组成部分，它的研究对象是物质的化学变化。物质的化学变化取决于物质的化学性质，而化学性质又由物质的组成和结构所决定。所以，化学是研究物质的组成、结构、性质、合成及其变化规律的一门自然科学。

社会生产力的发展带动了化学的发展。人类社会自有史以来，就有化学记载。钻木取火、用火烧煮熟食物、烧制陶器、冶炼青铜器和铁器等，都是化学技术的应用。正是这些应用，又极大地促进了社会生产力的发展，使人类不断发展进步。在古代一段漫长的时间里，炼丹术士和炼金术士们为求得长生不老的仙丹，开始了最早的化学实验。这一时期积累了许多物质间的化学变化知识，为化学的进一步发展准备了丰富的素材。从 17 世纪到 18 世纪，随着冶金工业和实验室经验的积累，人们总结感性知识，认为可燃物能够燃烧是因为它含有燃素，燃烧的过程是可燃物中燃素放出的过程，可燃物放出燃素后成为灰烬。

到 19 世纪，化学进入了蓬勃发展时期。1803 年，英国化学家道尔顿提出“原子假说”理论，引入了“原子量”的概念；1811 年，意大利科学家阿伏加德罗引入了“分子”的概念，创立“原子-分子论”，成为近代化学的理论基础；1869 年，俄国化学家门捷列夫发现元素周期律，排出了元素周期表，这是近代化学的重要里程碑。

我国是世界上文化发展最早的国家之一，在化学方面也有过许多重大的发明创造。远在六千多年前，我们的祖先就能烧制精美的陶器；早在三千多年前的商代，就已掌握了青铜的冶炼和铸造技术；两千多年前就能冶炼钢铁；造纸、瓷器和火药是中国古代化学工艺三大发明，早就闻名于世；酿造、油漆、染色、制糖、制革、食品和制药等化学工艺，在我国历史上都有令人瞩目的重大成就。明代著名医药学家李时珍在他的《本草纲目》中，曾详细地论述了数百种单质和化合物的特性和制备方法。

18 世纪以后，当化学工业在欧洲迅速发展的时候，中国由于受帝国主义的侵略与封建主义和官僚资本主义的压迫，科学技术的发展停滞不前，化学学科和化学工业都处于极其落后的状态。新中国成立后，我国的化学学科和化学工业有了巨大的发展，各种主要化工产品，如纯碱、烧碱、硫酸、合成氨、化肥和农药等的产量都有了较大的增长；石油化工生产更是突飞猛进，基本建成了合成塑料、合成橡胶、合成纤维、涂料和胶黏剂五大合成材料的工业基地；用于火箭、导弹、核工业和人造卫星等所需的各种特殊材料也能独立生产。在化学科学研究方面，1965 年我国首先用化学方法合成了具有生物活性的结晶牛胰岛素，为蛋白质的合成做出了显著贡献。1990 年 11 月，我国在世界上首次观察到 DNA 的变异结

构——三链辫状缠绕片断，在生命科学领域取得重大进展。

随着人们掌握的化学知识越来越多，化学研究的范围也越来越广泛。为方便起见，按研究对象和研究目的的不同，将基础化学分为无机化学、有机化学、分析化学和物理化学。化学与其他学科的相互渗透，又形成了生物化学、农业化学、石油化学、煤化学、海洋化学、地质化学、地球化学、辐射化学和半导体化学等许多分支。

迅速发展的科学技术，使稀有元素化学、配位化学等一些新的化学领域显示出可观的前景，同时，又给化学提出了更高的要求，因此探求新工艺、合成新材料是化学的重要课题和光荣任务。

化学与国民经济各个部门都有着非常密切的关系。为了争取农业丰收，现代农业需要大量的化肥、农药、植物生长激素和除草剂等化学产品；高效、低污染的新农药的研制，长效、复合化肥的生产等，都需要应用化学知识。化学在工业现代化和国防现代化方面的作用更为突出。现代化的工业不仅急需研制各种性能的金属、非金属和高分子材料，还需研制高性能的催化剂，以开发新工艺。在煤、石油、天然气的开发和综合利用中需要极为丰富的化学知识。现代的国防和科学技术更需要具有耐高温、耐腐蚀、耐辐射等特殊性能的金属、合成材料、高纯物质以及高能燃料等，以满足导弹、飞机、卫星的制造和尖端技术的应用等。

化学和人们的日常生活也有着密切的联系。各种织物、染料、食品、药品、化妆品、洗涤剂、建筑和装饰材料等的生产，都离不开化学。充分运用化学知识，能够在某种程度上满足人们日益增长的物质生活和文化生活的需要。不仅如此，当今人类关心的环境保护、能源与资源的开发利用、功能材料的研制、生命过程奥秘的探索都与化学密不可分。

化学是一门重要的基础课。本课程的目的是在中学化学知识的基础上进一步介绍化学基本知识和基本技能，培养学生分析问题和解决一些较简单化学实际问题的能力，为学好专业课和以后进一步学习其他现代科学技术打好基础。本课程对学生的基本要求是：初步掌握物质结构、元素周期律、化学平衡、电解质溶液、氧化还原等基本概念和基本理论；熟悉和掌握一些重要元素及重要无机化合物和有机化合物的结构、性质，了解它们在工农业生产中的有关应用；掌握基本的化学计算；掌握基本的化学实验技能。

要学好化学这门重要的基础课，第一，要正确理解并牢固掌握化学用语、基本概念和基本理论，从本质上来认识物质及其变化规律；第二，在系统学习重要物质的知识时，要注意物质的性质、用途和制法之间的相互联系，善于通过对各种物质性质的比较，找出它们之间的内在联系；第三，要结合工农业生产实际和生活实际，运用所学到的化学知识来解释现象和解答问题；第四，化学是一门以实验为基础的科学，通过化学实验，能加深理解、巩固所学到的基础知识和基本理论，训练基本技能，因此学习化学时应该重视化学实验；最后还要强调的一点是不要习惯于单纯地死记教材内容，而要认真钻研教材，力求做到融会贯通，在理解的基础上掌握所学的内容。在学习过程中遇到困难时，除及时向老师和同学请教外，最好是学会利用各种参考资料，培养自己分析问题和解决问题的能力。

第一章 物质结构及元素周期律

【学习目标】

1. 了解原子的组成、同位素的概念、核外电子的运动状态和核外电子的排布规律。
2. 理解原子结构和元素周期律的关系。

第一节 原子结构

一、原子的构成

19 世纪初,人们发现原子虽小,但仍能再分。科学实验证明,原子由原子核和核外电子组成。原子核带正电荷,居于原子的中心;电子带负电荷,在原子核周围空间作高速运动。原子核所带的正电荷数(简称核电荷数)与核外电子所带的负电荷数相等,所以整个原子是电中性的。原子很小,原子核更小,它的半径约为原子半径的几万分之一,它的体积只占原子体积的几百万分之一。原子核虽小,仍可再分。科学实验证实,原子核由质子和中子构成。现将构成原子的粒子及其性质归纳于表 1-1 中。

表 1-1 构成原子的粒子及其性质

构成原子的粒子	电 子	原 子 核	
		质子	中子
电性和电量	1 个电子带 1 个单位的负电荷	1 个质子带 1 个单位的正电荷	不显电性
质量/kg		1.673×10^{-27}	1.675×10^{-27}
相对质量 ^①	1/1836	1.007	1.008

① 是指与¹²C 原子(原子核内有 6 个质子和 6 个中子的碳原子)质量的 1/12 相比较所得的数值。

原子作为一个整体不显电性,而核电荷数又是由质子数决定的,因此

$$\text{核电荷数}(Z) = \text{核内质子数} = \text{核外电子数}$$

由于电子质量很小,可以认为原子质量主要集中在原子核上。质子和中子的相对质量都近似为 1,如果忽略电子的质量,将原子核内所有质子和中子的相对质量取近似整数值加起来所得的数值叫质量数,用符号 A 表示;中子数用符号 N 表示。则

$$\text{质量数}(A) = \text{质子数}(Z) + \text{中子数}(N)$$

已知上述三个数值中的任意两个,就可以推算出另一个数值。

例如,已知氯原子的核电荷数为 17,质量数为 35,则

$$\text{氯原子的中子数} = A - Z = 35 - 17 = 18$$

归纳起来,可以用 ${}_Z^AX$ 代表原子的组成。X 为元素符号,元素符号的左下角标记核电荷数,左上角标记质量数。